

HIC 031292

PCT/IB04/51166



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 29 SEP 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03103918.3

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office  
Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03103918.3  
Demande no:

Anmelde tag:  
Date of filing: 23.10.03  
Date de dépôt:

## Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Werkwijze ter vervaardiging van een halfgeleiderinrichting en  
halfgeleiderinrichting verkregen met behulp van een dergelijke werkwijze

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/Filie no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H01L21/3213

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

Werkwijze ter vervaardiging van een halfgeleiderinrichting en halfgeleiderinrichting verkregen met behulp van een dergelijke werkwijze

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze ter vervaardiging van een halfgeleiderinrichting met een substraat en een halfgeleiderlichaam dat tenminste een actief halfgeleiderelement bevat, waarbij nadat het halfgeleiderelement gevormd is een lagenstructuur wordt aangebracht die tenminste een elektrisch isolerende laag of een elektrisch geleidende laag omvat en waarbij met behulp van een in patroon gebrachte fotoresist laag en een etsproces in de lagenstructuur een opening gevormd wordt, waarbij tijdens het etsproces aan het oppervlak van het halfgeleiderlichaam residuen gevormd worden, waarbij de fotoresist laag na het etsproces door middel van een behandeling met een zuurstof bevattende verbinding verast wordt, waarna het oppervlak gereinigd wordt met behulp van een reinigingsmiddel dat een verdunde oplossing van een zuur in water bevat en onder verwarming tot boven kamertemperatuur waarbij de gevormde residuen van het oppervlak verwijderd worden. De opening kan bijvoorbeeld in een isolerende laag gevormd worden als zogenaamde via of als opening naar een bondpad. Ook kan het vormen van de opening het verwijderen van een deel van een aangbrachte geleidende laag zoals een metaallaag omvatten, waarbij de resterende delen van de geleidende laag dan bijvoorbeeld aansluitgeleiders vormen. Een dergelijke werkwijze heeft het voordeel dat het daarbij gebruikte reinigingsmiddel relatief goedkoop is, veilig in het gebruik en als afval een geringe belasting voor het milieu vormt.

20

Een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift dat onder nummer US 6.136.767 op 24 oktober 2000 gepubliceerd is. Daarin is een werkwijze beschreven waarbij na de vorming van een elektrische aansluitgebied zoals een met een metaal gevulde via de bij een etsproces gebruikte fotoresist laag verwijderd wordt door middel van verassen door middel van bijvoorbeeld een behandeling met zuurstof. Daarna blijven echter ongewenste residuen van organische of anorganische aard achter op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aanwezig. In het genoemde octrooischrift wordt voorgesteld het oppervlak te reinigen met een reinigingsmiddel dat een in water verdunde oplossing van azijnzuur en fosforzuur bevat.

Het fosforzuur zou daarbij bij uitstek geschikt zijn voor het verwijderen van anorganische residuen en het azijnzuur zou met name de organische residuen verwijderen. Een typisch geschikte concentratie zou ongeveer 5 vol. % voor beide zuren bedragen. Een geschikte bedrijfstemperatuur tijdens de reiniging zou ongeveer 30 tot 45 °C zijn. De werkwijze is in

5 het bijzonder geschikt voor de zogenaamde BEOL (= back-end of line) fase van het productie proces waarin, nadat het halfgeleiderelement – in de praktijk normaliter een groot aantal transistoren voor een zogenaamd IC – gevormd is in het halfgeleiderlichaam middels een lagenstructuur van een of meer elektrisch isolerende anorganische lagen en een of meer geleidende – veelal metaal – lagen, aansluitleiders of aansluitgebieden zoals zogenaamde  
10 bond-pads gevormd worden.

Een bezwaar van de bekende werkwijze is dat deze, in het bijzonder bij grootschalige industriële productie, toch nog relatief duur is en een zekere milieu belasting met zich meebrengt.

15

Het doel van de onderhavige uitvinding is dan ook een werkwijze te verschaffen die bijzonder effectief is in het verwijderen van residuen en die behalve goedkoop ook nagenoeg niet milieu belastend is.

Een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort heeft daartoe volgens de  
20 uitvinding het kenmerk dat voor het zuur in het reinigingsmiddel zwavelzuur gekozen wordt. Verrassenderwijs is gebleken dat een verdunde oplossing van zwavelzuur in water – bij verhoogde temperatuur – enerzijds de tijdens het etsen gevormde residuen die na het verassen van de resist laag op het oppervlak achterblijven zeer effectief verwijderd terwijl anderzijds de meeste metalen die als geleider in een aansluitgebied gebruikt worden, zoals aluminium,  
25 of een legering van aluminium, of titanium(nitride) daarbij nagenoeg niet aangetast worden. Dit is onder meer verrassend in het licht van het PCT octrooischrift dat onder nummer WO 97/50019 op 31 december 1997 gepubliceerd is en waarin gesteld wordt (zie pagina 1) dat zwavelzuur of mengsels daarvan juist in geconcentreerde vorm geschikt zijn voor de BEOL fase omdat geconcentreerde zuren zoals zwavelzuur niet corrosief zijn voor metalen mits de  
30 water concentratie laag is. In de werkwijze volgens de uitvinding wordt juist gebruik gemaakt van een zeer verdunde oplossing van zwavelzuur in water. Geschikt gebleken concentraties liggen tussen 0,01 gew. % en 10 gew. %. Goede resultaten worden bereikt tussen 0,5 en 5 gew. %, bijvoorbeeld bij een concentratie van 2,5 gew. %. Omdat het soortelijk gewicht van zwavelzuur ongeveer 2 g/cm<sup>3</sup> is, is dit een volume concentratie van ongeveer 1 %. Dit

betekent dat een werkwijze volgens de uitvinding bijzonder goedkoop en milieu vriendelijk is omdat slechts zeer weinig van het gebruikte zuur volstaat voor een goed resultaat. Het afval van de werkwijze kan gemakkelijk gezuiverd worden door toevoeging van, bij voorkeur een equivalente hoeveelheid, calcium ionen omdat calciumsulfaat nagenoeg niet oplosbaar is en dan neerslaat. Een eenvoudige filtratie volstaat dan om het gevormde calciumsulfaat en het water van elkaar te scheiden. Bij de bekende werkwijze die gebruikt maakt van azijnzuur is dit niet mogelijk daar de anorganische zouten van azijnzuur allen goed oplosbaar zijn in water. Bij gebruik van calciumhydroxide als bron van calcium ionen kan verder tegelijkertijd ook de zuurgraad gemakkelijk op een ongeveer neutrale waarde gebracht worden.

De uitvinding berust verder tevens op het inzicht dat anorganische dielectrica, zoals siliciumoxide, siliciumnitride en siliciumoxynitride, uitstekend bestand zijn tegen minerale zuren met uitzondering van HF. De werkwijze volgens de uitvinding kan echter ook met voordeel toegepast worden in het geval dat organische dielectrica aanwezig zijn in de te vervaardigen halfgeleiderinrichting.

In een voorkeursuitvoering van een werkwijze volgens de uitvinding wordt dan ook een reinigingsmiddel gebruikt dat slechts gebruik maakt van zwavelzuur en (gedemineraliseerd) water.

In een andere gunstige uitvoeringsvorm wordt gebruik gemaakt van een reinigingsmiddel dat naast – een lage concentratie – zwavelzuur en water ook fosforzuur bevat, bij voorkeur eveneens in een vergelijkbaar lage gewichtsconcentratie. Hierbij kunnen onder omstandigheden betere resultaten verkregen worden, terwijl toch zowel kostprijs als milieubelasting gering blijven. Immers bij genoemde behandeling met calcium ionen worden ook de fosfaat ionen neergeslagen in de vorm van calciumfosfaat dat evenals calciumsulfaat (nagenoeg) niet oplosbaar is in water. Een geschikt gebleken fosforzuur concentratie ligt tussen 0,01 en 5 gew. % en bij voorkeur tussen 0,1 en 1 %. Omdat ook het soortelijk gewicht van fosforzuur ongeveer 2 g/cm<sup>3</sup> bedraagt, betekent dit ook een bijzonder lage volume concentratie.

In een werkwijze volgens de uitvinding wordt de reiniging bij voorkeur uitgevoerd bij een temperatuur die ligt tussen 20 en 60 °C. Zeer goede resultaten zijn bereikt met een temperatuur tussen 30 en 45 °C. Een geschikte behandelingstijd ligt tussen 2 en 30 minuten en hangt af van de aard van het gevormde aansluitgebied: voor een metaal spoor ligt die bij voorkeur tussen 2 en 5 minuten, voor een via tussen 10 en 30 minuten en voor een zogenaamde bondpad tussen 2 en 15 minuten.

In een verdere gunstige uitvoeringsvorm wordt het reinigingsmiddel na de reiniging met behulp van het reinigingsmiddel op basis van zwavelzuur of op basis van zwavelzuur en fosforzuur, behandeld met heet gedemineraliseerd water. Gebleken is dat ook met demi (=gedemineraliseerd) water de na het verassen van de resist laag achterblijvende residuen veelal reeds grotendeels verwijderd kunnen worden, mits dit water heet genoeg is. Een hiervoor geschikt gebleken temperatuur ligt tussen 60 en 90 °C en bedraagt bij voorkeur 70 en 75 °C. Door een combinatie van de genoemde maatregelen kan de totale benodigde tijd voor de reiniging enigszins verkort worden. Spoelen met demi water is op zich zelf reeds bekend en gebruikelijk, echter bij kamertemperatuur. Omdat ook de behandeling met zwavelzuur of zwavelzuur en fosforzuur bij een hoge temperatuur plaats moet vinden is het spoelen met heet demi water energetisch gezien gemakkelijk uitvoerbaar. Verder vormt het in wezen geen extra stap omdat spoelen met koud demi water na een reiniging reeds gebruikelijk is.

In een bijzonder aantrekkelijke variant van een werkwijze volgens de uitvinding wordt de reiniging met behulp van het reinigingsmiddel gevolgd door een spoelstap met behulp van gedemineraliseerd water en wordt deze sequentie die een reinigingsstap en een spoelstap omvat, een aantal malen herhaald. Voor de spoelstap wordt bij voorkeur gedemineraliseerd water van omgevingstemperatuur gebruikt. Het aantal malen dat de reiniging gevolgd door de spoelstap herhaald wordt, wordt bij voorkeur tussen 2 en 4 gekozen. Verrassenderwijs is gebleken dat bij een dergelijke werkwijze enerzijds uitstekende reinigingsresultaten verkregen worden terwijl anderzijds de totale hiervoor benodigde tijd bijzonder laag kan zijn. Zo is een reiniging met tot 45 graad Celsius verwarmd en verdund zwavelzuur gedurende 30 tot 60 seconden, bij voorkeur 30 seconden, gevolgd door een spoelstap met demi-water van kamer temperatuur gedurende 20 seconden, bij een herhaling van deze cyclus van 2 tot 4 maal, bijzonder geschikt gebleken in de genoemde opzichten.

Een werkwijze volgens de uitvinding is bijzonder geschikt gebleken voor de reiniging van een halfgeleiderinrichting waarin de elektrische aansluiting gevormd wordt als een met wolfram gevulde via die aan de bovenzijde gecontacteerd wordt door middel van een aluminium bevattend geleiderspoor dat een deel van het wolfram vrijlaat. Verrassenderwijs is gebleken dat in zo'n geval, waarin ook wolfram bloot gesteld wordt aan het reinigingsmiddel, dit nagenoeg niet aangetast wordt. Met andere woorden, het verschijnsel dat bekend staat als wolfaamcorrosie wordt tegengegaan. Dit is een bijzonder belangrijk voordeel aangezien in moderne IC (= Integrated Circuit) processen waarin de afmetingen steeds kleiner worden, het

bijna onmogelijk wordt om een geleiderspoor zodanig op een met wolfram gevulde via te positioneren dat het geleiderspoor het wolfram volledig bedekt.

5 De uitvinding zal thans nader worden toegelicht aan de van enkele uitvoeringsvoorbereiden en de tekening, waarin

Figuren 1 t/m 3 schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting zoals een IC tonen in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een werkwijze volgens de uitvinding,

10 Figuren 4 t/m 6 schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting zoals een IC tonen in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een variant van een werkwijze volgens de uitvinding, en

15 Figuren 7 t/m 9 schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting zoals een IC tonen in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een verdere variant van een werkwijze volgens de uitvinding.

20 De figuren zijn niet op schaal getekend en sommige afmetingen, zoals afmetingen in de dikterichting zijn ter wille van de duidelijkheid overdreven weergegeven. Overeenkomstige gebieden of onderdelen zijn in de verschillende figuren zoveel mogelijk van hetzelfde verwijzingscijfer voorzien.

25 Figuren 1 t/m 3 tonen schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting zoals een IC in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een werkwijze volgens de uitvinding. De inrichting 10 (zie figuur 1) omvat een substraat 1 en een halfgeleiderlichaam 11 die hier niet afzonderlijk zijn weergegeven en die bijvoorbeeld van silicium zijn. In het halfgeleiderlichaam 11, bijvoorbeeld in een of meer epitaxiale silicium lagen, worden bij voorkeur een groot aantal halfgeleiderelementen zoals transistoren op gebruikelijke wijze gevormd. Op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam 11 wordt dan, bijvoorbeeld door middel van een thermische oxidatie of een CVD (= Chemical Vapor Deposition) proces een isolerende laag 2 aangebracht, bijvoorbeeld van siliciumdioxide. Daarop wordt dan, bijvoorbeeld door middel van opdampen of sputteren, een aluminium (of van een aluminium koper legering) laag 3 aangebracht die eventueel afgedekt wordt door een dunne laag van Ti of TiN of TiW of combinaties daarvan. Deze wordt in een gewenst patroon gebracht door middel van een door

middel van fotolithografie in patroon gebrachte fotoresist laag 4. Buiten het patroon (zie figuur 2) wordt de aluminium laag 3 verwijderd door middel van bijvoorbeeld een plasma ets proces. Daarbij worden residuen 6 gevormd aan het oppervlak van het halfgeleiderlichaam 11. Vervolgens wordt de fotoresist laag 4 verast, bijvoorbeeld door middel van een zuurstof plasma. Daarbij wordt de fotoresist laag grotendeel verwijderd maar de organische en/of anorganische residuen 6 die tijdens het etsen gevormd zijn blijven achter op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam 11. De gevormde residuen 6 kunnen dan behalve de flanken van de aluminium laag 3 ook (een deel) van de bovenzijde van die laag 3 bedekken.

Volgens de uitvinding worden deze residuen 6 in dit voorbeeld verwijderd met een reinigingsmiddel dat 2,5 gew. % zwavelzuur bevat in gedemineraliseerd water. De reiniging wordt uitgevoerd bij 45 °C en gedurende 2 minuten in een zogenaamde wet-bench machine met een statisch bad. Door middel van SEM (= Secundary Electron Emission) opnamen is vastgesteld (zie figuur 3) dat er, na de reiniging, nagenoeg geen residuen achterbleven op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam 11. Deze resultaten zijn vergelijkbaar of zelfs beter dan die van een ter vergelijking uitgevoerde reiniging met behulp van een commercieel verkrijgbaar reinigingsmiddel op basis van catechol of hydroxylamine. Vergelijkbaar goede resultaten zijn verkregen met behulp van een reinigingsmiddel dat 5 gew. % zwavelzuur bevatten en 0,5 gew. % fosforzuur. Ook hierbij bedroeg de temperatuur 45 °C terwijl de behandelingstijd 2 minuten bedroeg. Het in figuur 1 weergegeven en in patroon gebrachte aluminium kan bijvoorbeeld een geleiderspoor zijn. De genoemde resultaten zijn verkregen voor een geleiderspoor. Vergelijkbare resultaten zijn verkregen bij de behandeling van bondpads. In dat geval wordt op het in patroon gebrachte aluminium(koper) 3 een zogenaamde anti-scratch protectie aangebracht in de vorm van een – niet in de tekening weergegeven – siliciumnitride laag. Daarin worden weer met een – eveneens niet in de tekening weergegeven – resist patroon opening gevormd waarna – na verassen van de resist – de reiniging als beschreven werd toegepast. De behandelingstijd bedroeg dan voor de verdunde zwavelzuur oplossing ongeveer 5 tot 15 minuten in een wet-bench en ongeveer 8 minuten in een zogenaamd spray-tool en voor het verdunde mengsel van zwavelzuur en fosforzuur ongeveer 5 minuten. In alle gevallen waren het aanwezige aluminium of aluminium-koper niet of althans nagenoeg niet aangetast na de reiniging, hetgeen betekent dat de kritische dimensies behouden bleven.

Figuren 4 t/m 6 tonen schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting 10 zoals een IC in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een variant van een werkwijze volgens de uitvinding. Figuur 4

toont een IC waarin een zogenaamde via gevormd wordt die gebruikt wordt bij de vervaardiging van een IC waarbij de zogenaamde multi-level-interconnect techniek wordt toegepast. Daarbij wordt bijvoorbeeld een eerste isolerende laag 2 op het halfgeleiderlichaam 11 gevormd met daarop een eerste metaallaag 3, bijvoorbeeld van Al, Al(Cu) of W. Daarop wordt dan een tweede metaallaag 3A, bijvoorbeeld van Ti aangebracht. Daarop wordt dan een tweede isolerende laag 2A aangebracht. Dan wordt met behulp van fotolithografie een resist laag 4 in patroon gebracht, waarbij de resist laag 4 een opening bevat ter plaatse van de te vormen via. Hierna wordt (zie figuur 5) een opening 5 gevormd door een etsproces waarbij de isolerende laag 2A lokaal verwijderd wordt en de resist laag 4 als masker fungereert. Daarbij worden residuen 6 gevormd die de flanken van de opening 5 bedekken. Vervolgens wordt de resist laag 4 verast en de eerder gevormde residuen 6 kunnen nu ook een deel van de isolerende laag 2A bedekken. Hierna wordt weer een reiniging toegepast zoals hierboven reeds bij het eerste voorbeeld is besproken. De behandelingstijd bedroeg zowel voor de verdunde zwavelzuur oplossing als de verdunde zwavelzuur en fosforzuur oplossing ongeveer 15 minuten. In een spray-tool kan deze tijd korter zijn, bijvoorbeeld 5 minuten. De temperatuur bij de behandeling was ook hier in beide gevallen 45 °C. Ook in dit geval (zie figuur 6) blijken de residuen volledig verwijderd te zijn. Daarna wordt de vervaardiging voortgezet met het vullen van de via 5 met een – niet in de tekening weergegeven – metaal plug die dan een elektrische verbinding kan verzorgen met een nadien aan te brengen – eveneens niet in de tekening weergegeven – verdere geleiderlaag.

Figuren 7 t/m 9 tonen schematisch en in een dwarsdoorsnede loodrecht op de dikterichting een halfgeleiderinrichting zoals een IC in opeenvolgende stadia van de vervaardiging met behulp van een verdere variant van een werkwijze volgens de uitvinding. Het betreft hier in feite een verder stadium van de vervaardiging die bij figuren 4 t/m 6 besproken. Na het vormen van de opening 5 (zie figuur 7) worden de wanden daarvan bedekt met een barrière van bijvoorbeeld een titanium of titanium nitride laag 3A en wordt de opening 5 gevuld met wolfram 3B waardoor een via gevormd wordt. Hierna wordt een aluminium of aluminium-koper laag 3C aangebracht en bedekt met een resist patroon 4. Vervolgens wordt (zie figuur 8) de aluminium laag 3C lokaal verwijderd met behulp van een plasma ets proces. Daarbij worden weer residuen 6 gevormd die na het vervolgens verassen van de resist laag 4 ook deel boven op het aluminium 3 aanwezig kunnen zijn. Doordat de kleinste afmetingen van het IC 10 van dit voorbeeld ongeveer 0,35 µm bedragen is het in de praktijk niet goed mogelijk om het in patroon gebrachte aluminium 3C de wolfram plug 3B geheel te laten afdekken.

Na het verassen van het resist patroon 4 word weer een reiniging als hierboven reeds besproken voor de reiniging na de vorming van aluminium geleidersporen. Ook in dit geval (zie figuur 9) zijn uitstekende resultaten ten aanzien van het verwijderen van na het verassen van de resist 4 achtergebleven residuen 6 en het onaangetaast blijven van het aluminium of aluminium-koper. Verrassenderwijs blijkt dat ook de in dit voorbeeld aan de reiniging blootgestelde wolfram plug 3B nagenoeg niet aangetaast wordt, dit in tegenstelling tot een reiniging met een commercieel verkrijgbaar reinigingsmiddel. Met andere woorden, wolfaamcorrosie wordt tegengegaan.

In al de hierboven beschreven situaties kan de reiniging met voordeel gecombineerd worden met een reinigende spoel stap in heet, d.w.z. 60 tot 90 °C warm, gedemineraliseerd water. De behandelingstijden van de zure reiniging kunnen dan in de praktijk vaak kleiner zijn dan de hierboven genoemde tijden. Goede resultaten zijn verkregen met demi water van bijvoorbeeld 70 tot 75 °C. De vervaardiging van de IC wordt uiteraard in de gegeven voorbeelden voortgezet zoals gebruikelijk is. Veelal zal de vorming van een bondpad zoals hierboven besproken overeenkomen met een laatste stadium. Individuele halfgeleiderlichamen 10, waarvan er normaliter een groot aantal tegelijk vervaardigd worden, worden dan verkregen met een separatie techniek zoals zagen en zijn dan geschikt voor afmontage.

Tevens wordt opgemerkt dat in al de hierboven beschreven situaties de reiniging, gevolgd door een spoelstap met demi-water van bij voorkeur omgevingstemperatuur, met voordeel een aantal malen herhaald kan worden. Zo is een reiniging met tot 45 graad Celsius verwarmd en verdund zwavelzuur gedurende 30 tot 60 seconden, bij voorkeur 30 seconden, gevolgd door een spoelstap met demi-water van kamer temperatuur gedurende 20 seconden, bij een herhaling van deze cyclus van 2 tot 4 maal, bijzonder geschikt gebleken. Zo wordt een bijzonder goede reiniging verkregen terwijl daarnaast de totale voor de behandeling benodigde tijd relatief kort is.

De uitvinding is niet beperkt tot het beschreven uitvoeringsvoorbeeld daar voor de vakman binnen het kader van de uitvinding vele variaties en modificaties mogelijk zijn. Zo wordt opgemerkt dat de werkwijze in het bijzonder met voordeel kan worden toegepast in zogenaamde spray tools. Daarin wordt een reiniging relatief snel gerealiseerd. Ook is een dergelijke inrichting bijzonder geschikt voor de variant waarin een "zure" reiniging gecombineerd wordt met een reiniging met behulp van heet demi-water.

Opgemerkt wordt verder dat andere materialen dan de bij de voorbeelden genoemde gebruikt kunnen worden binnen het kader van de uitvinding. Ook kunnen andere

depositie technieken gebruikt worden voor de genoemde of andere materialen zoals epitaxy, CVD (= Chemical Vapour Deposition), sputteren en opdampen. In plaats van droge etsmethoden kunnen soms ook nat-chemische ets technieken gebruikt worden en omgekeerd. Hoewel een werkwijze volgens de uitvinding bij uitstek geschikt is voor de vervaardiging 5 van IC's, kan deze ook met voordeel toegepast worden bij de productie van discrete halfgeleiderinrichtingen.

## CONCLUSIES:

1. Werkwijze ter vervaardiging van een halfgeleiderinrichting (10) met een substraat (1) en een halfgeleiderlichaam (11) dat tenminste een actief halfgeleiderelement bevat, waarbij nadat het halfgeleiderelement gevormd is een lagenstructuur wordt aangebracht die tenminste een elektrisch isolerende laag (2) of een elektrisch geleidende laag (3) omvat en waarbij met behulp van een in patroon gebrachte fotoresist laag (4) en een etsproces in de lagenstructuur een opening gevormd wordt, waarbij tijdens het etsproces aan het oppervlak van het halfgeleiderlichaam (11) residuen (6) gevormd worden, waarbij de fotoresist laag (4) na het etsproces door middel van een behandeling met een zuurstof bevattende verbinding verast wordt, waarna het oppervlak van het halfgeleiderlichaam (11) gereinigd wordt met behulp van een reinigingsmiddel dat een verdunde oplossing van een zuur in water bevat en onder verwarming tot boven kamertemperatuur waarbij de gevormde residuen (6) van het oppervlak verwijderd worden, met het kenmerk, dat voor het zuur in het reinigingsmiddel zwavelzuur gekozen wordt.
- 15 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat voor de verdunde oplossing van het zuur een oplossing gekozen wordt van uitsluitend zwavelzuur en gedemineraliseerd water.
3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat voor de verdunde oplossing van het zuur een oplossing gekozen wordt van zwavelzuur en fosforzuur in gedemineraliseerd water.
- 20 4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de fosforzuur concentratie gekozen wordt tussen 0,01 en 5 gew. % en bij voorkeur tussen 0,1 en 1 %.
- 25 5. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de zwavelzuur concentratie gekozen wordt tussen 0,01 en 10 gew. % en bij voorkeur tussen 0,5 en 5 gew. %.

6. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de temperatuur tussen 20 en 60 °C gekozen wordt en bij voorkeur tussen 30 en 45 °C.

7. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de reiniging wordt uitgevoerd gedurende 2 tot 30 minuten.

8. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de reiniging met behulp van het reinigingsmiddel gevolgd wordt door een spoelstap met behulp van gedemineraliseerd water en hierna een dergelijke cyclus van een reinigingstap gevolgd door een spoelstap een aantal malen herhaald wordt.

9. Werkwijze volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de reiniging gevolgd door de spoelstap 2 tot 4 maal herhaald wordt.

10. 10. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de reiniging voltooid wordt door het halfgeleiderlichaam af te spoelen met heet, dat wil zeggen 60 tot 90 °C en bij voorkeur 70 tot 75 °C warm, gedemineraliseerd water.

11. 11. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de reiniging uitgevoerd wordt in een spray-tool.

12. 12. Werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de lagenstructuur uit tenminste een elektrisch isolerende laag en tenminste een metaallaag gevormd wordt en met behulp van de metaallaag een elektrische aansluiting van het halfgeleiderelement gevormd wordt.

13. 13. Werkwijze volgens conclusie 12 conclusies, met het kenmerk, dat de elektrische aansluiting gevormd wordt als een met wolfram (3B) gevulde via (5) die aan de bovenzijde gecontacteerd wordt door middel van een aluminium of aluminium-koper bevattend geleiderspoor (3C) dat een deel van het wolfram (3B) vrijlaat.

14. 14. Halfgeleiderinrichting (10) verkregen met behulp van een werkwijze volgens een der voorafgaande conclusies.

**ABSTRACT:**

The invention relates to a method of manufacturing a semiconductor device (10) with a substrate (1) and a semiconductor body (11) which comprises at least one semiconductor element, whereby after formation of the element a layer structure is formed which comprises at least an electrically insulating layer (2) or an electrically conducting layer 5 (3) and whereby with the aid of a patterned fotoresist layer (4) and an etching process an opening is formed in the layer structure, whereby during the etching process residues are formed on the surface of the semiconductor body (11), whereby after the etching process the fotoresist layer (4) is ashed by means of a treatment with an oxygen containing compound and hereinafter the surface is cleaned by means of a cleaning agent comprising a diluted 10 solution of an acid in water and under heating above room temperature whereby the residues formed are removed.

According to the invention, sulfuric acid is chosen as the acid of the cleaning agent. In this way excellent cleaning results are obtained without corrosion of e.g. metals present, in particular Tungsten. The method is also cheap and environment friendly, among 15 others because the particularly low concentration of the acids needed. In a modification a very small concentration of phosphoric acid is added to the cleaning agent. The cleaning may be combined with a treatment with hot demi water, e.g. at 75°C. The "acid" cleaning is preferably done between 30 and 45 °C. Preferably, the cleaning is followed by a rinse in demi-water of room temperature and the process of cleaning and rinsing is repeated a number 20 of times, e.g. 2 to 4 times.

Fig. 2

1/3

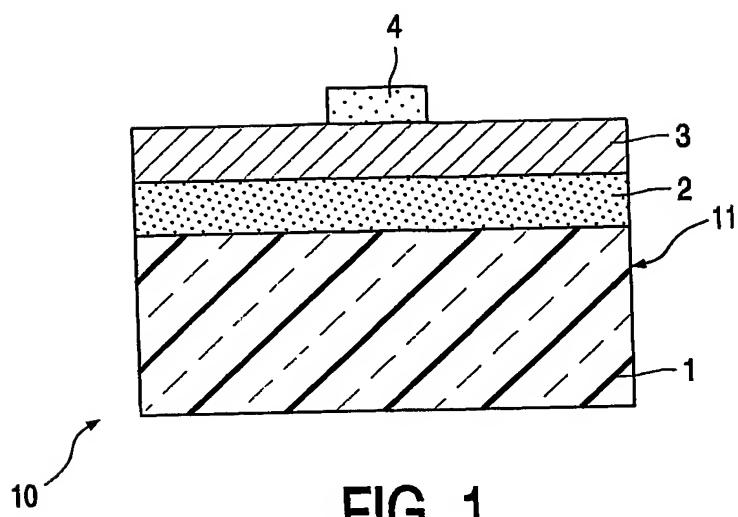


FIG. 1

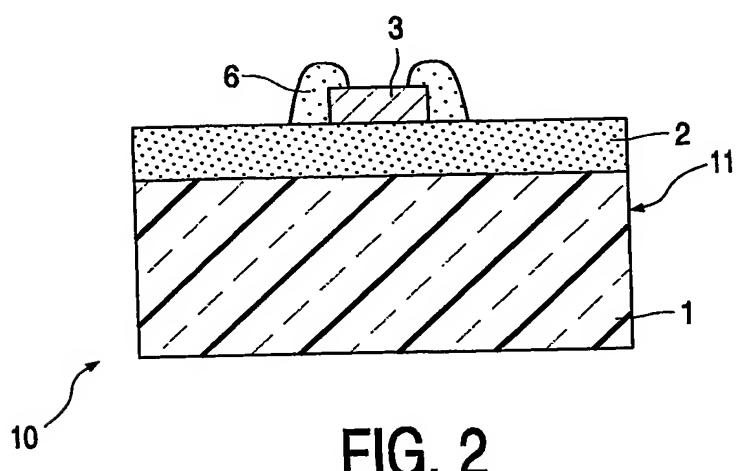


FIG. 2

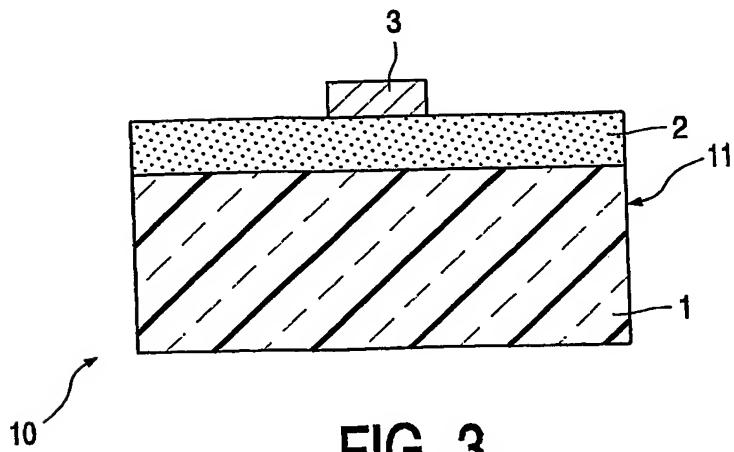


FIG. 3

2/3

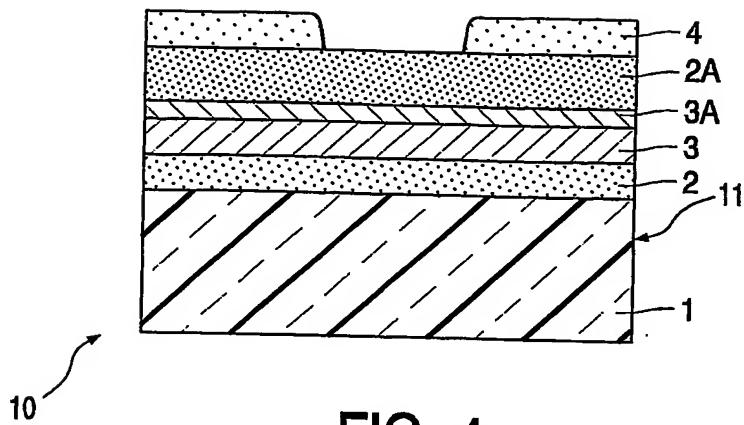


FIG. 4

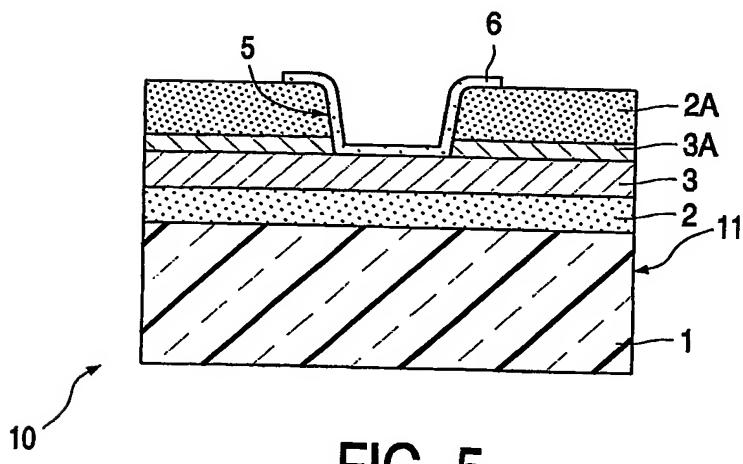


FIG. 5

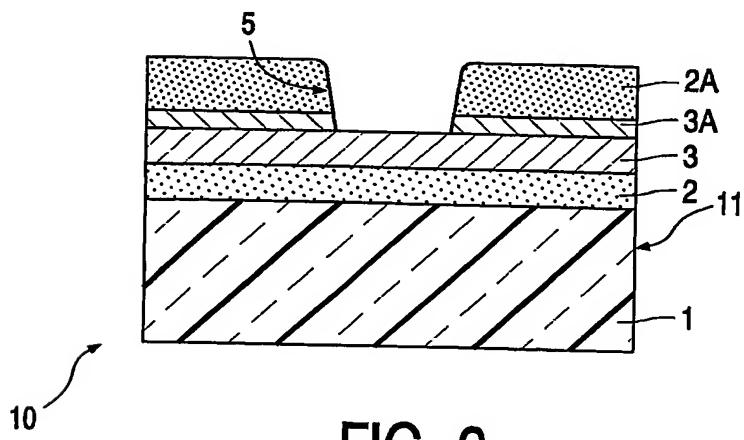


FIG. 6

3/3

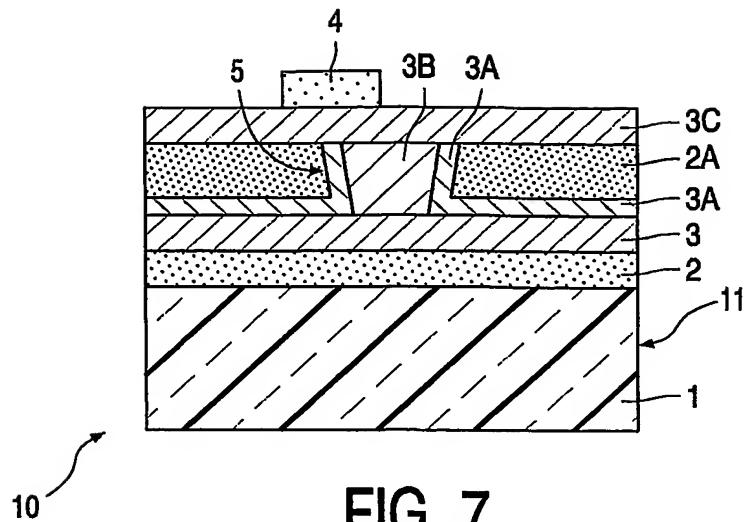


FIG. 7

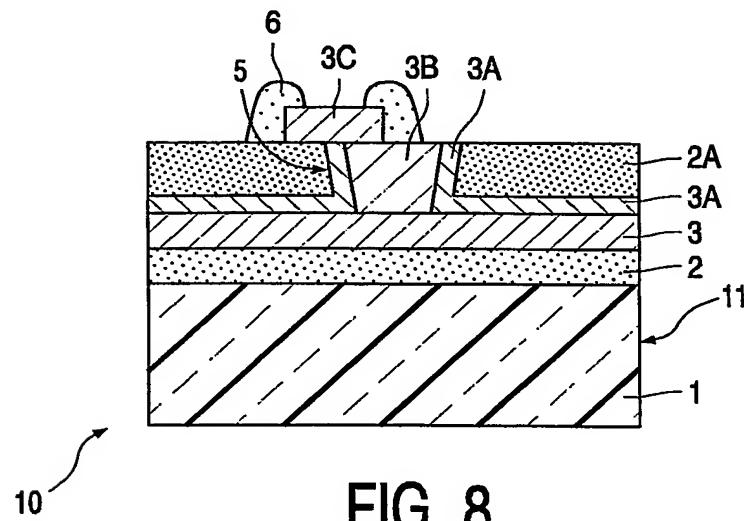


FIG. 8

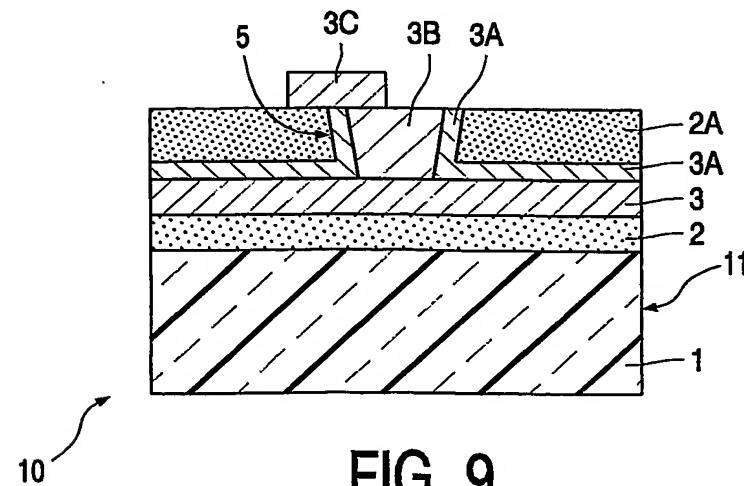


FIG. 9